

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-160881

(43)Date of publication of application : 23.06.1995

G06T 7/00
G01B 11/00
G01B 11/16
G01B 11/26
G06F 15/18

(71)Applicant : FUJITSU LTD

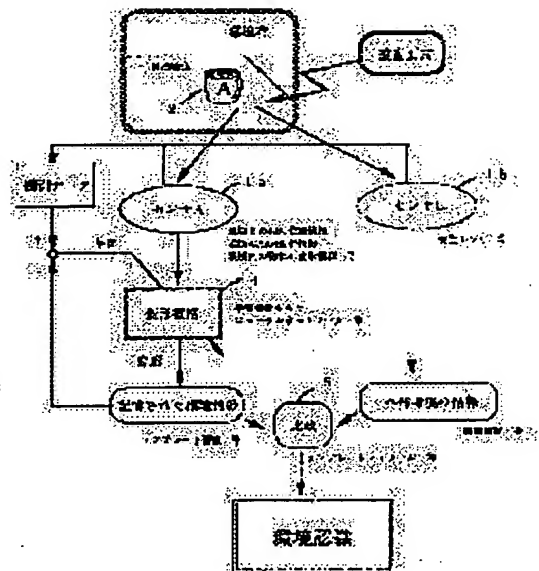
(72)Inventor : SASHITA NAOKI
MASUMOTO DAIKI

(54) ENVIRONMENT RECOGNIZING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To correctly extract a feature area in the case that environment at the time of extracting the feature area on a picture plane by using a template matching method changes, in respect of an environment recognizing device to recognize external environment by using plural sensors.

CONSTITUTION: This method is to infer the position of a characteristic area on the picture plane from a point at which a correlation value becomes maximum by storing beforehand the picture of a characteristic partial area in the picture called a template, and comparing this template with an input picture, and the density value of a picture element contained in a partial picture is used as a template picture, and the density template picture is stored, and a neural network, for instance, is used as a mechanism 4 to deform in accordance with the change of the environment, and it is made to learn beforehand the density template pictures corresponding to plural changes of the environment, and the deformation rule the position of the characteristic area on the picture plane is extracted correctly.



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-160881

(43) 公開日 平成7年(1995)6月23日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00				
G 0 1 B 11/00	H			
11/16	H			
		9061-5L	G 0 6 F 15/ 70	4 6 5
		9061-5L		4 5 5 Z
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平5-306176

(22) 出願日 平成5年(1993)12月7日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 指田 直毅

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 増本 大器

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井桁 貞一

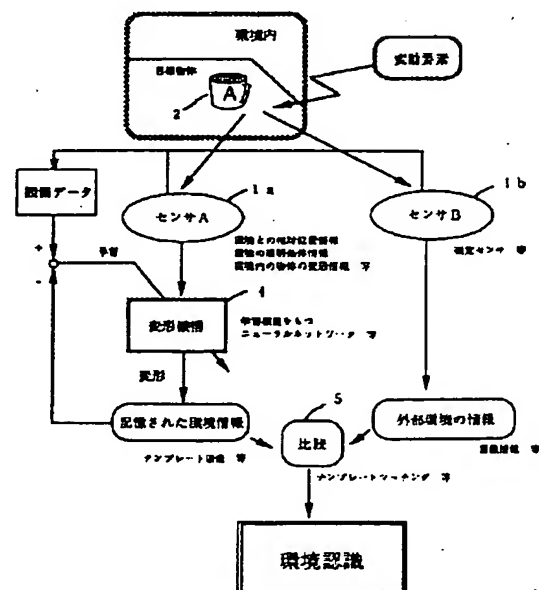
(54) 【発明の名称】 環境認識装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、複数のセンサを用いて外部環境を認識する環境認識装置に関し、テンプレート・マッチング法を用いて、画像平面上での特徴領域を抽出する際の、環境が変化した場合での、該特徴領域の抽出を正確に行う。

【構成】 予め、テンプレートと呼ばれる画像中の特徴的な部分領域の画像を記憶しておき、このテンプレートと、入力画像とを比較して、相関値が最大になる点から該特徴領域の画像平面上での位置を推定する方法であって、該テンプレート画像として、部分画像中に含まれる画素の濃淡値を用い、この濃淡テンプレート画像を記憶し、環境の変化に対応して変形する機構に、例えば、ニューラルネットワークを用いて、予め、複数の環境の変化に対応する濃淡テンプレート画像を学習させて、該テンプレートの変形規則を獲得して、該学習された環境範囲での特徴領域の画像平面上での位置を正確に抽出する。

本発明の原理説明図



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数のセンサを用いて外部環境を認識する環境認識装置であって、センサ群A(1a)から得られる情報に基づいて、予め、記憶されている外部環境に関する情報を変形する手段(4)と、

該変形された外部環境に関する情報と、他のセンサ群B(1b)から得られた情報とを比較する手段(5)とを備えたことを特徴とする環境認識装置。

【請求項2】請求項1に記載の環境認識装置であって、上記センサ群B(1b)から得られる外部環境に対応する情報として、視覚センサによる画像情報を用いることを特徴とする環境認識装置。

【請求項3】請求項1に記載の環境認識装置であって、上記センサ群A(1a)からの情報に基づいて、予め、記憶されている外部環境に関する情報を変形する情報として、視覚センサによる画像の部分領域の情報を用いること特徴とする環境認識装置。

【請求項4】請求項1に記載の環境認識装置であって、上記センサ群A(1a)から得られる情報として、環境内の上記センサ群A(1a)の位置情報を用いることを特徴とする環境認識装置。

【請求項5】請求項1に記載の環境認識装置であって、上記センサ群A(1a)から得られる情報として、環境内の上記センサ群A(1a)から得られる照明条件の情報を用いることを特徴とする環境認識装置。

【請求項6】請求項1に記載の環境認識装置であって、上記センサ群A(1a)から得られる情報として、環境内の上記センサ群A(1a)から得られる物体の変形情報を用いることを特徴とする環境認識装置。

【請求項7】請求項1に記載の環境認識装置であって、該変形された外部環境に関する情報と、他のセンサ群B(1b)から得られた情報とを比較し、環境を認識する手段(5)として、テンプレート・マッチング法を用いることを特徴とする環境認識装置。

【請求項8】請求項1に記載の環境認識装置であって、センサ群A(1a)から得られる情報に基づいて、予め、記憶されている外部環境に関する情報を変形する手段(4)として、学習機能を備えた装置を使用することを特徴とする環境認識装置。

【請求項9】請求項8に記載の学習機能を備えた装置として、ニューラルネットワークを用いることを特徴とする環境認識装置。

【請求項10】請求項3に記載の視覚センサによる画像の部分領域の情報として、上記視覚センサより得られる情報を、そのまま、使用することを特徴とする環境認識装置。

【請求項11】請求項3に記載の視覚センサによる画像の部分領域の情報として、上記視覚センサより得られる情報に、所定の画像処理を施した後の情報を用いること

を特徴とする環境認識装置。

【請求項12】請求項3に記載の視覚センサによる画像の部分領域の情報として、上記視覚センサより得られる情報から抽出された特徴量を用いることを特徴とする環境認識装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、複数のセンサから得られる情報を用いて、外部環境を認識する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ロボット要素技術の急速な発展に伴い、工場などの限られた環境だけでなく未知の環境下においても、各種のセンサ情報を用いて自ら適応的に動作を選択することが可能な自律型ロボットの実現の期待が高まっている。

【0003】然し、このような自律型ロボットが自らの動作計画を生成するためには、ロボットが未知の外部環境をどのように認識し、理解するかという問題が非常に重要となる。例えば、自律型ロボットを用いて、カメラなどの視覚センサを用いてテーブル上に乱雑に置かれた物体群の中から選択的に対象物体を検出し、把持し、移動させるタスクを考える。このタスクを実行するためには、先ず、視覚センサにより取り込まれた画像情報の中から対象物体を切り出し、この情報を基に、対象物体の置かれている位置や向き、或いは、対象物体がカップの場合には、把手の部分に相当する把持ポイント（物体中の特徴的な一部分）を正確に認識することが必要である。

【0004】視覚センサより得られる外部環境の画像情報の中から対象物体を切り出す手法として、物体の特徴領域の画像平面上における位置を推定するテンプレート・マッチング法が知られている。このテンプレート・マッチング法とは、先ず、予め、テンプレートと呼ばれる画像中の特徴的な部分領域の情報を記憶しておき、このテンプレートと入力画像を比較して、相関値が最大となる点から特徴領域の画像平面上での位置を推定する手法である。

【0005】図8、図9は、従来のテンプレート・マッチング法を説明する図である。従来のテンプレート・マッチング法では、図8に示されているように、入力画像と比較されるテンプレート画像は、常に一定であり、環境が変化しても最初に記憶されたテンプレートを用いて認識を行っていた。この手法は、テンプレートを記憶する時の環境と実際にマッチングを行う時の環境にほとんど差がない場合には特徴領域の検出が可能であるが、若し、何らかの理由で環境がテンプレート作成時の環境から変化すると、特徴領域も環境の変化に応じて変形するために、変形しないテンプレートでは特徴部分の位置を検出することが困難になる。

【0006】そこで、上記の問題を解決するために、図

9に示されているように、先ず、入力画像が変動を受けたときの特徴部分の形状変化を、予め、観測して、特徴部分の変形規則をパラメータ表現で記述し、これを入力画像に対応させて適当に調整することで、テンプレートの形状を変えて環境の変化に対応する手法が提案されている。

【0007】該手法の詳細は、例えば、「“変形テンプレートをを用いた顔からの特徴抽出”, エイ. エル. ユイレ, ビー. ダブリュウ. ハリマン, ディ. エス. コーエン著, 国際ジャーナルコンピュータビジョン, 第8巻, 第2号, 99頁~111頁, 1992年刊」(“Feature Extraction from Faces Using Deformable Templates,” A. L. Yuille, P. W. Hallinan, and D. S. Cohen, Int. J. Computer Vision, Vol. 8, No. 2, pp. 99-111 (1992))に示されているが、上記の文献に示されている技法においては、テンプレートとして、視覚センサにより測定される濃淡画像ではなく、特徴部分をエッジで表した線画像を用いているものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記文献に示されている手法を用いることにより、環境が変わったとき、テンプレートの形状を変えることはできるが、上記のように、観測データを基にして、実際のテンプレートのすべての変形をパラメータ表現で記述することは非常に難しく、正確なテンプレートの変形規則を得るためには、多くのパラメータが必要になるという問題がある。

【0009】又、上記の手法は、特徴部分の線画像を用いてテンプレート・マッチングを行っているため、入力画像のエッジのコントラストが強調されていなければ、正しくマッチングできないという問題も含んでいる。

【0010】本発明は上記従来の欠点に鑑み、上記のように、環境の変化に伴うテンプレートの変形規則をパラメータ表現で記述する必要がなく、又、入力画像のエッジのコントラストが強調されていないような画像でも、確実に、テンプレート・マッチングができる環境認識装置を提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】図1は、本発明の原理説明図である。上記の問題点は下記の如くに構成された環境認識装置によって解決される。

【0012】複数のセンサを用いて外部環境を認識する環境認識装置であって、センサ群A1aから得られる情報(位置、姿勢情報等)に基づいて、予め、記憶されている外部環境に関する情報、例えば、テンプレートを变形する手段4と、該変形された外部環境に関する情報(テンプレート)と、他のセンサ群B1bから得られた情報(画像情報)とを比較する手段5とを備え、上記センサ群B1bから得られる外部環境に対応する情報として、視覚センサによる画像情報を用い、上記センサ群A1aからの情報に基づいて、予め、記憶されている外部

環境に関する情報、即ち、上記テンプレートを变形する情報として、視覚センサによる画像の部分領域の情報をを用いるように構成する。

【0013】又、上記センサ群A1aから得られる情報として、環境内の上記センサ群A1aの上記位置情報、姿勢情報、又は、照明条件、又は、上記センサ群A1aから得られる物体の変形情報(例えば、歪み、傾き等の情報)を用い、該変形された外部環境に関する情報(変形された、上記テンプレート)と、他のセンサ群B1bから得られた情報(入力画像情報)とを比較し、環境を認識する手段4として、テンプレート・マッチング法を用いるように構成する。

【0014】又、上記センサ群A1aから得られる情報(位置情報、姿勢情報)に基づいて、予め、記憶されている外部環境に関する情報、即ち、上記テンプレートを变形する手段4として、学習機能を備えた装置、例えば、ニューラルネットワークを用いるように構成する。

【0015】更に、上記視覚センサによる画像の部分領域の情報として、上記視覚センサより得られる情報を、そのまま、使用するか、又は、上記視覚センサより得られる情報に、所定の画像処理、例えば、エッジ処理等を施した後の情報を用いるか、又は、上記視覚センサより得られる情報から抽出された特徴量、例えば、重心の位置、情報の向き等を用いるように構成する。

【0016】

【作用】即ち、本発明の環境認識装置では、図1に示されているように、テンプレート・マッチング法によって画像中の所定の領域中に存在する情報、例えば、文字を認識することで、該文字の存在している環境を認識するものであって、該テンプレート画像として部分画像中に含まれる画素の濃淡値を用い、この濃淡テンプレート画像を記憶し、環境の変化に対応して、該濃淡テンプレートを变形する機構4としてニューラルネットワークを用いるようにしたものである。

【0017】これにより、予め、環境を変化させて観測された図1中のセンサ群A1aのデータ(位置、姿勢データ)とテンプレート画像のデータをニューラルネットワーク4に学習させるだけで、自動的にテンプレートの変形規則を獲得することができる。又、本発明では変形されるテンプレートとして画像の濃淡値を用いているため、線画像よりも確実に画像中から特徴領域Tの位置を探索することが可能となる。

【0018】即ち、本発明による環境認識装置では、与えられた観測データからテンプレート画像の変形規則を得る際に、学習機能を有するニューラルネットワーク4を用いているため、従来のように変形規則をパラメータ表現で記述する必要がなく、自動的に獲得できる利点を持つ。又、各画素の濃淡値で表されたテンプレートを用いることにより、入力画像のエッジのコントラストが強調されていないような画像でも確実にマッチングができ

る効果が得られる。

【0019】

【実施例】以下本発明の実施例を図面によって詳述する。前述の図1が、本発明の原理説明図であり、図2～図7は、本発明の一実施例を示した図であって、図2は、マニピュレータシステムの構成例を示し、図3は、学習過程を説明する図であり、図4は階層型ニューラルネットワークの構成例を示し、図5は、ニューラルネットワークへ提示する教師データの例を示し、図6は、対象物体と学習範囲の位置関係を示し、図7は、本発明の環境認識装置での認識結果の例を示している。

【0020】本発明においては、テンプレート・マッチング法によって画像中の所定の領域中に存在する情報、例えば、文字を認識することで、該文字の存在している環境を認識する環境認識装置であって、該テンプレート画像として部分画像中に含まれる画素の濃淡値を用い、この濃淡テンプレート画像を記憶し、環境の変化に対応して、該濃淡テンプレート(Template、以下省略)を変形する機構としてニューラルネットワーク(Neural Network、以下省略)4を用いる手段が、本発明を実施するのに必要な手段である。尚、全図を通して同じ符号は同じ対象物を示している。

【0021】以下、図1を参照しながら、図2～図7によって、本発明の環境認識装置の構成と動作を説明する。まず、図2は、マニピュレータシステムの構成例を示した図であり、ステージ(Stage、又は、Work Table、以下省略)3上に設置された6自由度垂直多関節型マニピュレータ(Manipulator、以下省略)1と、ハンドに固定されたCCDカメラ(CCD Camera、以下省略)1b、更に、マニピュレータ1の可動範囲内に置かれた対象物体(Target Object、以下省略)2より構成される。

【0022】本実施例は、環境内に置かれた対象物体2に対し、前述のテンプレート・マッチングの手法を用いて、CCDカメラ1bから得られた画像から、その対象物体2のもつ特徴領域の画像平面上での位置を検出するものである。

【0023】本実施例は、以下のように学習と実行の2つの過程からなる。

学習過程(図3参照)：

- 1) 対象物体2の位置、姿勢を計測する。
- 2) マニピュレータ1をいろいろな位置、姿勢に移動させ、各関節に備えられている角度センサ1aにより計測された各関節の回転角度から、該ロボットハンドの位置、姿勢を計算し、対象物体2とハンドの相対位置姿勢を表すベクトルPを求める。
- 3) CCDカメラ1bにより対象物体2のカメラ画像を得る。
- 4) 3)で得た画像の中からある特徴領域T(物体表面に描かれた文字等)を切り出す。
- 5) 上記ベクトルPと、特徴領域Tを一对の教師データ

とする。

6) いろいろな位置・姿勢について2)～5)の処理を繰り返し、n組の教師データを作成する。このn組の教師データの特徴領域の文字が、n組の変形テンプレートの教師信号となる。

7) 6)で得られたn組の教師データを、階層型ニューラルネットワーク4に学習させ、上記n組のベクトルPに対応した特徴領域の文字、即ち、変形したテンプレート画像を学習させる。具体的には、上記教師データを入力して、該階層型ニューラルネットワーク4からの出力画像データとの差が最も小さくなるように、○印で示したニューロ素子間の重み付け関数の値を変更する。

【0024】実行過程：

- 1) ある位置にマニピュレータ1を移動させ、CCDカメラ1bより対象物体2のカメラ画像を得る。
- 2) 上記角度センサ1aにより、1)の状態における各関節の回転角度を計測し、対象物体2とハンドの相対位置、姿勢を計算する。
- 3) 2)で得られたハンドの相対位置、姿勢情報を、上記学習したニューラルネットワーク4に入力し、その出力として変形されたテンプレート画像を得る。
- 4) このテンプレート画像と、実際のカメラ画像を比較して、両者の相関値を計算し、その中で最大の相関値を示す点を特徴領域の存在する場所であると決める。

【0025】ただし、本実施例では、図4に示すような3層構造の階層型ニューラルネットワーク4を用い、その入力として対象物体2とCCDカメラ1bの相対位置を表すベクトル $p = (x, y, z)$ と、相対姿勢を表す四元数ベクトル $q = (q, \omega_x, \omega_y, \omega_z)$ を合わせた、計7変数のベクトルPを与える。ここで、上記四元数とは、姿勢を表すのに一般的に用いられるオイラー数が持つ不連続性の問題を回避するための姿勢表現法である。又、特徴テンプレートを表すデータとしては、図4に示されているように、特徴領域の部分画像に含まれる各画素の濃淡値(256段階表示)を用い、ニューラルネットワーク4の出力に、この格子状に並んだ各画素の濃淡値 $I[i, j]$ を正規化した値を順番に割り当てた。

【0026】又、図5に示すように、この階層型ニューラルネットワーク4は、切り出す特徴領域の数mだけ用意した。それぞれのニューラルネットワーク4に対して、n組の教師データを提示し、その出力誤差が許容範囲以下に小さくなるまで学習を繰り返し、テンプレートの変形規則を獲得させた。

【0027】この環境認識装置を用い、例えば、対象物体2上に描かれたの文字「A」を検出する実験を行った。CCDカメラ1bにより得られる対象物体2の画像は、濃淡値画像であり、この対象物体の表面上に印刷された文字「A」を囲む領域を特徴領域Tとして選択した。(図3参照)

又、図6に示すように、CCDカメラ1bの動きを、上

記特徴領域Tを含む平面に対し、垂直な直線L方向に限定した。図6に示す慣性座標系に対して、CCDカメラ1bの先端位置が、 $X=228\text{ mm}$ から、 $X=328\text{ mm}$ （対象物体との相対距離 $\Delta X=233\text{ mm}$ ）までの100 mmの直線区間において、この直線Lに沿った並進運動と直線Lに垂直な平面内の回転運動の2自由度に関して、ハンドの相対位置とテンプレート画像の測定を行い、ニューラルネットワーク4に提示するための教師データを作成した。但し、並進運動に関するデータは20 mmごとに、又、回転運動に関するデータは、各位置Xにおいて 30° ごとに 0° から 360° の範囲を測定した。

【0028】以上により得られたn(13回転角度 $\times 6$ 水平距離=78)組の教師データを、階層型ニューラルネットワーク4に提示し、誤差が許容の範囲内に小さくなるまで、3万回の繰り返し学習を行った。

【0029】この学習の結果、回転角度 0° から右側へ順番に回転角度 30° ごとの入力値を与えると、ニューラルネットワーク4は、それに応じて回転するテンプレート画像を出力しており、学習によって、ニューラルネットワーク4が、テンプレートの変形規則を獲得することになる。又、同様に、並進に関しても、入力値に応じて文字「A」を拡大縮小をするテンプレート画像が得られる。このニューラルネットワーク4により出力されるテンプレート画像を用いて、図3に示されているように、前述のCCDカメラ1bから得られる実画像に対して、所定の大きさの領域の画像を抽出して、該抽出された領域での濃淡画像との濃度差相関（濃度差の絶対値で画像間の相関を評価する手法）によるマッチングを行うと、希望の文字「A」を持つ特徴領域Tの上でマッチングし、正しい特徴領域Tの位置を探索することができた。

【0030】この実験で、ニューラルネットワーク4に学習させた領域を、並進一回転空間上で図示すると、図7の斜線で示すような範囲となる。このうち、周辺の参照データが少ない学習領域の境界上では、学習による教師データの獲得が難しいので、ニューラルネットワーク4の出力するテンプレートで、マッチングを行った時に失敗する可能性は、この境界上で高くなる可能性がある。

【0031】そこで、この学習領域の境界上（ $x=228\text{ mm}$ と $x=328\text{ mm}$ ）で、マッチングできるかどうかを調べた。その結果を、図7に重ねて示す。黒丸はデータを学習したポイントを表しており、白丸はそのポイントにおいて正しい領域にマッチングができたことを表している。それぞれの位置 $x=228\text{ mm}$ と $x=328\text{ mm}$ で 15° おきに、CCDカメラ1bを回転させてマッチング実験を行い、 $\phi=0^\circ\sim 360^\circ$ のすべてのポイントにおいて、正しい領域にマッチングすることができることが確認された。

【0032】又、ニューラルネットワーク4による教師

データの補間性能を調べるため、データを学習していない位置（ $x=318\text{ mm}$ ）、回転角度（ $\phi=15^\circ, 45^\circ, 75^\circ\dots, 30^\circ\times n+15^\circ$ ）（図7の斜線で示した領域中の○印で示した位置）で実験し、すべてのポイントでマッチングが可能であることを確認した。

【0033】更に、未学習領域に対してマッチング実験を行った結果、上下方向（Z軸方向）のずれには50 mm、左右方向（Y軸方向）のずれには40 mm程度、姿勢角のずれに対しては、ピッチ方向に 10° 、ヨー方向に 10° 程度までならば、学習空間以外でもマッチングが可能であった。

【0034】今回の実施例では、実行過程においてニューラルネットワーク4に与える入力として、対象物体2の相対位置、姿勢が既知であるとしたが、実際の環境認識装置において、対象物体2の相対位置、姿勢を推定する場合は、先ず、何らかの方法で、対象物体2の相対位置、姿勢の初期推定値（予測値）を入力として、ニューラルネットワーク4に与え、その結果、出力されたテンプレート画像で検出された複数の特徴領域の画像平面上の位置関係を使って、より初期推定値よりも精度の高い相対位置、姿勢を推定する方法等が考えられる。

【0035】以上のように、本手法を用いれば、図7の斜線で表された学習領域においては、ほぼ完全に対応する特徴領域を検出することが可能であることが分かった。尚、上記の実施例においては、センサ群A1aからの情報として、位置、姿勢情報の例で説明したが、濃淡画像の濃淡度に影響を与える照明条件の情報とか、対象物体2の変形情報、例えば、該対象物体2の傾き情報、歪み情報等を用いても良いことは言う迄もないことである。

【0036】又、上記の実施例においては、センサ群B1bからの情報（画像情報）を、その促、用いる例で説明したが、該画像情報に、所定の画像処理、例えば、エッジ強調処理とか、空間フィルタ処理等を施した結果情報を用いるとか、或いは、該画像情報の重心位置、文字の向きを示す情報といった該画像情報の特徴を抽出して用いるようにしても良いことは言う迄もないことである。

【0037】このように、本発明の環境認識装置は、複数のセンサを用いて外部環境を認識する環境認識装置において、テンプレート・マッチング法を用いて、画像平面上での特徴領域を抽出するのに、予め、画像中のテンプレートと呼ばれる特徴的な部分画像を記憶しておき、このテンプレート画像と、入力画像とを比較して、相関値が最大になる点から該特徴領域の画像平面上での位置を推定する方法であって、該テンプレート画像として、部分画像中に含まれる画素の濃淡値を用い、この濃淡テンプレート画像を記憶し、環境の変化に対応して、該濃淡テンプレート画像を変形する機構に、例えば、ニューラルネットワークを用いて、予め、複数の環境の変化に

対応する濃淡テンプレート画像を学習させて、該テンプレートの変形規則を獲得して、該学習された環境範囲での特徴領域の画像平面上での位置を正確に抽出するようにしたところに特徴がある。

【0038】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明の環境認識装置は、外部環境の変動を測定するセンサの情報を用いて、予め、記憶された外部環境に関する情報（例えば、テンプレート）を変形させることにより、環境が変化する場合においても、その変化に対応して正確な環境認識を実行することができる。

【0039】又、上記外部環境に対応して変形するテンプレートを得るのに、ニューラルネットワーク等の学習可能な記憶装置を用いることにより、観測データを与えるだけで記憶された外部環境に関する情報（テンプレート）の変形規則を自動的に得ることができる。

【0040】又、記憶された環境情報と外部環境の情報を比較する手段として、テンプレート・マッチング法を用いる場合、ニューラルネットワークから出力されるテンプレートに濃淡値画像を用いることにより、入力画像のコントラストが明確でない画像からでも確実に特徴領域の画面上での位置を探索することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図

【図2】本発明の一実施例を示した図（その1）

【図3】本発明の一実施例を示した図（その2）

【図4】本発明の一実施例を示した図（その3）

【図5】本発明の一実施例を示した図（その4）

【図6】本発明の一実施例を示した図（その5）

【図7】本発明の一実施例を示した図（その6）

【図8】従来のテンプレート・マッチング法を説明する図（その1）

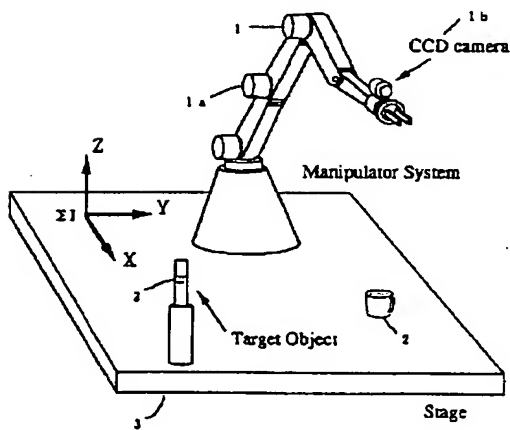
【図9】従来のテンプレート・マッチング法を説明する図（その2）

【符号の説明】

- 1 マニピュレータ (Manipulator)
- 1a 角度センサ
- 1b CCDカメラ (CCD camera)
- 2 対象物体、物体 (Target Object)
- 3 ステージ (Stage, Work table)
- 4 ニューラルネットワーク (Neural Network)
- 教師データ
- P 位置、姿勢ベクトル
- T 特徴領域

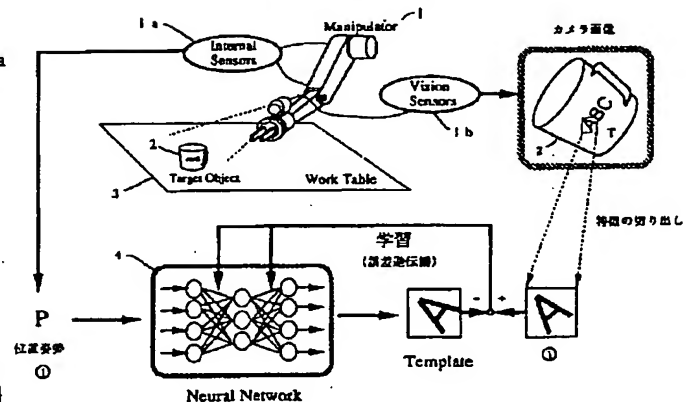
【図2】

本発明の一実施例を示した図（その1）



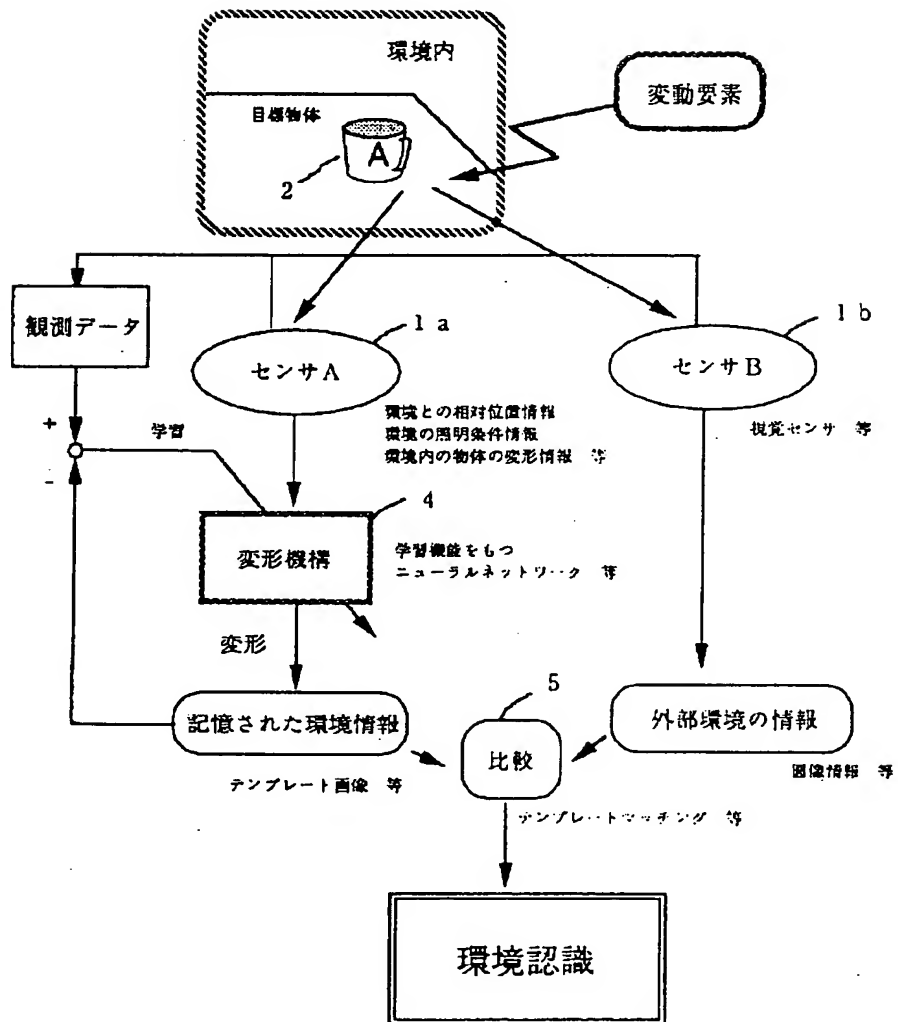
【図3】

本発明の一実施例を示した図（その2）



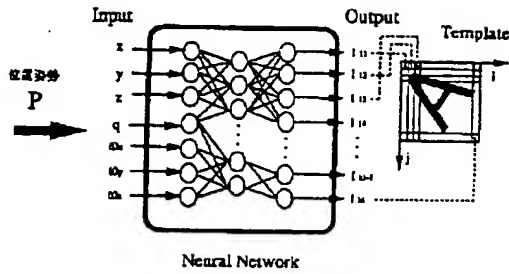
【図 1】

本発明の原理説明図



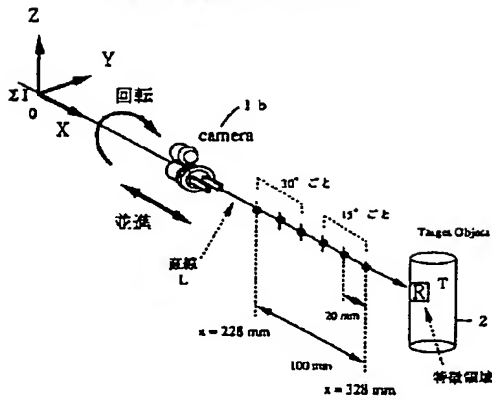
【図 4】

本発明の一実施例を示した図（その3）



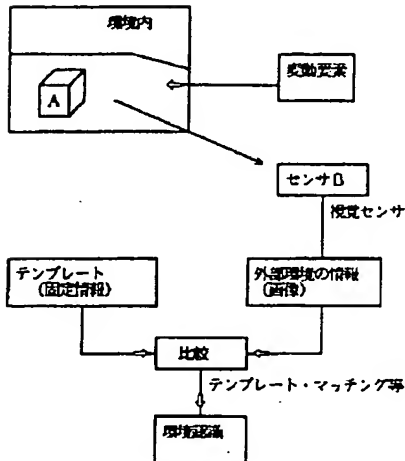
【図 6】

本発明の一実施例を示した図（その5）



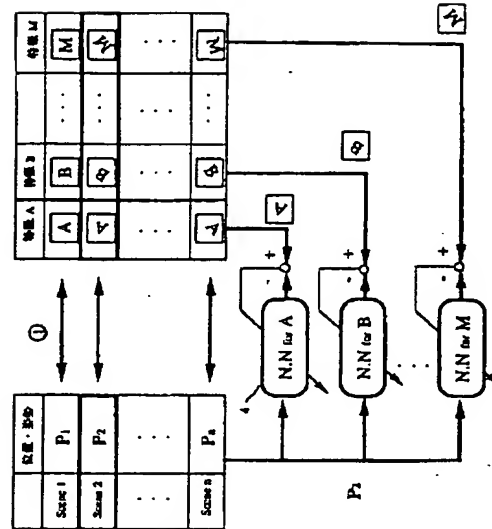
【図 8】

従来のテンプレート・マッチング法を説明する図（その1）



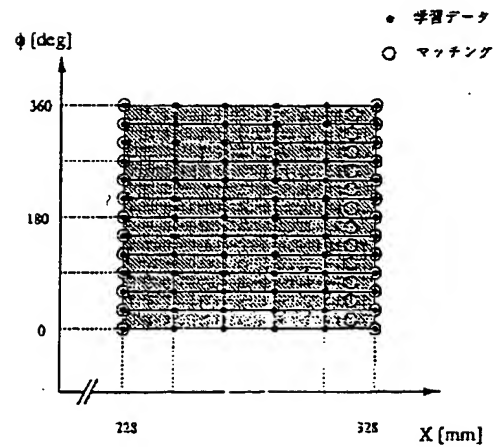
【図 5】

本発明の一実施例を示した図（その4）



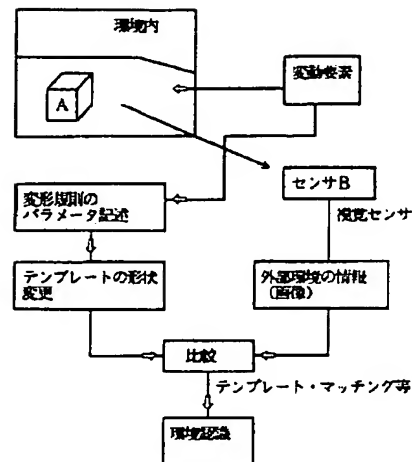
【図 7】

本発明の一実施例を示した図（その6）



【図 9】

従来のテンプレート・マッチング法を説明する図（その2）



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G 0 1 B 11/26

G 0 6 F 15/18

識別記号 庁内整理番号

H

5 6 0 C 9071-5L

F I

技術表示箇所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.